

УДК 664.8.036:62

DOI 10.30679/2219-5335-2023-3-81-322-336

**УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА
ЯБЛОЧНОГО КОМПОТА
ДЛЯ ДЕТСКОГО ПИТАНИЯ
С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ
БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ
КОМПОНЕНТОВ**

Загиров Надир Гейбетулаевич
д-р с.-х. наук, профессор
главный научный сотрудник
лаборатории интродукции
и сортоизучения субтропических
и южных плодовых культур
e-mail: nadir_dag@mail.ru

*Федеральный исследовательский центр
«Субтропический научный центр
Российской академии наук»,
Сочи, Россия*

Ахмедов Магомед Эминович
д-р техн. наук
профессор кафедры технологии
пищевых производств, общественного
питания и товароведения
e-mail: akmag49@mail.ru

Демирова Амият Фейзудиновна
д-р техн. наук, профессор
зав. кафедрой технологии пищевых
производств, общественного питания
и товароведения

*Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Дагестанский государственный
технический университет»,
Махачкала, Республика Дагестан,
Россия*

В статье представлены результаты исследований по совершенствованию технологии производства консервированного яблочного компота из яблок. Исследования были выполнены в 2021-2022 гг. на лабораторной базе Дагестанского государственного технического университета.

UDC 664.8.036:62

DOI 10.30679/2219-5335-2023-3-81-322-336

**IMPROVED TECHNOLOGY
FOR THE PRODUCTION
OF APPLE COMPOTE
FOR CHILD NUTRITION
WITH A HIGH CONTENT
OF BIOLOGICALLY
ACTIVE COMPONENTS**

Zagirov Nadir Geybetulaevich
Dr. Sci. Agr., Professor
Chief Research Associate
of Introduction and Variety study
of Subtropical and Southern Fruit Crops
Laboratory
e-mail: nadir_dag@mail.ru

*Federal Research Center
«Subtropical Scientific Center
of the Russian Academy of Sciences»,
Sochi, Russia*

Akhmedov Magomed Eminovich
Dr. Sci. Tech.
Professor of the Department
of Food Production Technology,
Public Catering and Commodity Science
e-mail: akmag49@mail.ru

Demirova Amiyat Feyzudinovna
Dr. Sci. Tech., Professor
Head of Chair Technologies
of Food Production, Public Catering
and commodity science Department

*Federal State
Budgetary Educational
Institution of Higher Education
«Dagestan State
Technical University»,
Makhachkala, Republic of Dagestan,
Russia*

The article presents the results of research on improving the technology for the production of canned apple compote from apples. The studies were carried out in 2021-2022 at the laboratory base of the Dagestan State Technical University.

Важнейшим условием, обеспечивающим нормальный рост, развитие, а также сопротивляемость организма детей неблагоприятным факторам внешней среды, является организация рационального питания, в связи с чем, высокая пищевая ценность продуктов питания, определяемая нутриентным составом готовой продукции, который наряду с пищевой ценностью используемого сырья, обуславливается и совершенством используемой технологии производства, что и подталкивает к ее совершенствованию. Комплексная оценка биохимического состава яблок показывает, что во вторичных продуктах, получаемых при их резке и очистке (кожица, семенное гнездо и т. д.), наряду с углеводами, содержится большое количество биологически активных компонентов. Основную роль в совершенствовании технологий, позволяющих обеспечить высокий нутриентный состав продукции, играет интенсификация процессов: предварительного – бланширование и заключительного – стерилизация, как обязательного и самого продолжительного этапа в технологическом цикле производства компотов для детского питания. Новыми решениями в реализации поставленной цели является использование эффективного способа СВЧ-бланширования плодов непосредственно в стеклососудах; использование настоя из вторичных продуктов, получаемого путем экстрагирования их в воде с температурой +60 °C в течение 10-15 мин после обработки в электромагнитном поле сверхвысокой частоты в течение 1,5 мин и ускоренного режима тепловой стерилизации, основанного на предварительном повышении температуры продукта перед герметизацией банок до уровня +80 °C с последующей стерилизацией с использованием двухступенчатого охлаждения. Предложенная технология способствует экономии более 10 кг сахара на 1 туб продукции с одновременным обеспечением высокой пищевой ценности готовой продукции; содержание витамина С в компоте, изготовленном по совершенствованной технологии, в 2 раза выше,

The most important condition for ensuring normal growth, development, as well as the resistance of the children's body to adverse environmental factors, is the organization of rational nutrition, and therefore, its high nutritional value, determined by the nutrient composition of the finished product, which, along with the nutritional value of the raw materials used, is also determined by perfection of the production technology used, which encourages their improvement. Comprehensive assessment of the biochemical composition of apples shows that secondary products obtained during their cutting and cleaning (peel, seed cell, etc.), along with carbohydrates, contain a large amount of biologically active components. The main role in improving technologies to ensure a high nutrient composition of products is played by the intensification of the processes of preliminary sterilization (blanching and final heat treatment), as an obligatory and longest stage in the technological cycle of the production of compotes for child nutrition. New solutions in the implementation of the set goal are: the use of an effective method of microwave blanching of fruits directly in glass jars; the use of an infusion from secondary products obtained by extracting them in water at a temperature of +60 °C for 10-15 minutes after treatment in an electromagnetic field of ultrahigh frequency for 1.5 minutes and an accelerated mode of thermal sterilization based on a preliminary increase in the temperature of the product before sealing cans up to +80 °C followed by sterilization using two-stage cooling. The proposed technology contributes to saving more than 10 kg of sugar per 1 tube of products while ensuring high nutritional value of the finished product; the content of vitamin C in compote made by improved technology is 2 times higher than by traditional technology.

чем по традиционной технологии.
Для реализации способа СВЧ-бланшировки разработана также конструкция аппарата для СВЧ-обработки плодов в стеклбанках.

Ключевые слова: КОМПЮТ, КАЧЕСТВО, БЛАНШИРОВКА, СВЧ-ОБРАБОТКА, СТЕРИЛИЗАЦИЯ, ВИТАМИН С

To implement the method of microwave blanching, the design of an apparatus for microwave processing of fruits in glass jars was also developed.

Key words: COMPOTE, QUALITY, BLANCHING, MICROWAVE PROCESSING, STERILIZATION, VITAMIN C

Введение. Важнейшим условием, обеспечивающим нормальный рост, развитие, а также сопротивляемость организма детей к неблагоприятным факторам внешней среды, является организация рационального питания [1], что является одним из стратегических инициатив, определенных и в Доктрине продовольственной безопасности РФ. В основе рационального питания лежит пищевая ценность готовой продукции, которая наряду с пищевой ценностью используемого сырья, обуславливается и совершенством используемой технологии производства [2-7].

Хотя ценность консервированных компотов не сравнить с ценностью свежих фруктов, тем не менее в них остается более 30 % витамина С, макро и микроэлементов и других элементов, что очень важно в условиях недостатка витаминов и натуральных продуктов, особенно для детей.

Комплексная оценка биохимического состава плодов яблок показывает, что вторичные продукты [8], получаемые при их резке и очистке (кожица, семенное гнездо и т.д.), также содержат достаточное количество нутриентов.

При реализации технологии яблочного компота для детского питания, до 38 % исходного сырья (табл. 1) составляют вторичные продукты [4], которые практически не используются.

Таблица 1 – Количество отходов при переработке яблок

Сорт	Отходы в % к массе плодов		Общее количество, %
	Кожица	Семенное гнездо	
Ренет Симиренко	15,5	22,5	38,0

Однако во вторичных продуктах, наряду с углеводами, содержится большое количество биологически активных компонентов [10-12].

Основную роль в совершенствовании технологий производства консервированного компота из яблок, позволяющих обеспечить высокий нутриентный состав готовой продукции, играет интенсификация процессов предварительной – бланширование и заключительной термообработки – стерилизация, как обязательного и самого продолжительного этапа в технологическом цикле производства компотов для детского питания.

Витамин С, являющийся одним из важных биологически активных компонентов, относится к самым чувствительным к термообработке, подвержен окислению в присутствии кислорода воздуха, переходя под воздействием фермента в дегидроаскорбиновую кислоту с дальнейшим разрушением. Причем, интенсивность процесса его разрушения находится в зависимости не только от свойств самого продукта [12], но во многом от продолжительности и температурного уровня нагрева, и следовательно интенсификация процесса нагрева будет обеспечивать более полное сохранение витамина С, в частности за счет быстрой инактивации фермента, окисляющего витамин С.

Для длительного хранения пищевые продукты подвергают консервированию, преимущественно с применением термической обработки, основанной на том, что консервируемый продукт для достижения промышленной стерильности подвергают обработке тепловым воздействием по определенным режимам в специальных аппаратах [9-21].

Преимущественно для пастеризации консервов применяют автоклавы, являющиеся аппаратами периодического действия, однако при их эксплуатации выявлено множество недостатков, существенно влияющих как на пищевую ценность, так и на конкурентоспособность продукции.

В связи с этим, подробный анализ теплообменных процессов и на этой основе разработка новых эффективных методов предварительной под-

готовки плодового сырья и пастеризации, обеспечивающих выпуск высококачественной и конкурентоспособной продукции, является важной задачей [8-12].

Анализ, а также технологическая и энергетическая оценка методов интенсификации процесса пастеризации подтверждает, что наиболее эффективным является метод повышения температурного уровня продукта до пастеризации [7-21], который к тому же снижает микробиологическую обсемененность продукта на начало процесса пастеризации, и как результат, повышается его эффективность [7-10].

Все отмеченное подтверждает эффективность инновационных решений подготовки сырья и новых методов тепловой стерилизации [21, 22], в комплексе мер, позволяющих осуществить снижение теплового воздействия на продукт, и тем самым обеспечить более полное сохранение пищевой ценности готовой продукции.

Цель работы – усовершенствование технологии яблочного компота для детского питания с использованием вторичных продуктов для варки сиропа и разработки эффективных способов бланширования и стерилизации. Задачи работы – дать оценку традиционным методам тепловой обработки при производстве компота и разработать более эффективные методы предварительной – бланширование и заключительной тепловой обработки – стерилизации, а также повышение биологической ценности готовой продукции с применением вторичных продуктов для варки сиропа. Выполнение поставленных задач обеспечит выпуск консервированных компотов с высокой пищевой ценностью.

Объекты и методы исследований. Исследования были выполнены в 2021-2022 гг. на лабораторной базе Дагестанского государственного технического университета (Республика Дагестан, г. Махачкала). Объектами исследования являлись плоды яблок сорта Ренет Симиренко и режимы их

тепловой обработки при производстве консервированного компота для детского питания. Для предварительной тепловой обработки плодов использовали микроволновую печь с регулируемой мощностью. Режимы стерилизации устанавливали на основе данных динамики изменения температуры продукта с применением хром-копелевых термопар, изготовленных из проволоки диаметром 0,15 мм и работающих в комплекте с электронным потенциометром КСП-4 класса точности 0,5.

Оценку пищевой ценности осуществляли с использованием метода капиллярного электрофореза на приборе «Капель-105 М» и газожидкостной хроматографии.

Для визуализации результатов эксперимента, полученных методом регрессионного анализа с применением MS Office Excel 2007, был использован пакет программ Origin, при этом оценку результатов и их статистическую достоверность осуществляли построением сплайна по полученным данным и расчетам на их основе фактической летальности.

Обсуждение результатов. Новым в реализации поставленной цели является: использование эффективного способа СВЧ-бланширования плодов непосредственно в стеклобанках; использование настоя из вторичных продуктов, получаемого путем экстрагирования их в воде с температурой +60 °С в течение 10-15 мин после обработки в электромагнитном поле сверхвысокой частоты в течение 1,5 мин и ускоренного режима тепловой стерилизации, основанного на предварительном повышении температуры продукта перед герметизацией банок до уровня +80 °С с последующей стерилизацией с использованием двухступенчатого охлаждения [5, 6, 12-15].

Использование для варки сиропа настоя на основе вторичных продуктов обеспечивает экономию сахара более 10 кг на 1 туб компота и повышение пищевой ценности продукции.

Бланширование относится к процессам предварительной тепловой обработки плодов и применяется с целью придания им определенной мягкости и эластичности, удаления воздуха из тканей, инактивации ферментов и др. [4].

Осуществляют бланширование подготовленных плодов в воде или в 0,1 % растворах виннокаменной или лимонной кислот температурой 85 °С (до 10 мин). При этом расходуется более 85 МДж/туб тепловой энергии и одновременно сопровождается выщелачиванием из плодов более 20 % биологически активных веществ (табл. 2).

Таблица 2 – Содержание витамина С в сырье до и после бланширования

Плоды	Наличие витамина С в исходном сырье, мг/100 г	Наличие витамина С в сырье после бланширования, мг/100 г
Яблоки	11,0	8,5

Взамен традиционного способа бланширования, осуществляемого в технологической жидкости, нами исследован и предложен способ СВЧ-бланшировки уложенных в стеклoбанки плодов в ЭМП СВЧ в течение 1,0-1,5 мин, который способствует, в том числе, и сохранению более 15 % биологически активных компонентов. Для реализации способа СВЧ-бланшировки разработана также конструкция аппарата для СВЧ-обработки плодов в стеклoбанках [5, 7].

Использование СВЧ-бланшировки плодов непосредственно в банках, наряду с сохранением нутриентного состава исходного сырья, обеспечивает и повышение начального температурного уровня продукта перед пастеризацией, сокращение расхода теплоты более 50 тыс. КДж на 1 туб продукции и сокращению продолжительности режимов тепловой стерилизации.

Завершающим этапом производства консервированной продукции является пастеризация, которую традиционно осуществляют по режиму: $\frac{20-18-20}{100} \cdot 118$ кПа [1], где 20 – продолжительность периода нагрева

воды в автоклаве до температуры стерилизации, мин; 18 – продолжительность периода собственной стерилизации, мин; 20 – продолжительность периода охлаждения, мин; 118 – противодавление в аппарате, кПа.

Графики температурных уровней и подавления микрофлоры при пастеризации яблочного компота для детского питания в банке 0,2 л по режиму традиционной технологии показаны на рисунке 1.



Рис.1. Графики температурных уровней (1, 2) и подавления микрофлоры (3, 4) в пристенной (1, 3) и серединной (2, 4) областях стеклобанки вместимостью 0,2 литра при пастеризации яблочного компота для детского питания по традиционной технологии

Важный и основополагающий элемент при стерилизации консервируемых продуктов – это достижение необходимого уровня промышленной стерильности.

Уровень промышленной стерильности режима – $U_{\text{пст}}$, устанавливаемый отношением величины стерилизующего эффекта, получаемого продуктом в пристеночных и срединных слоях стеклобанки, к необходимому значению в условных минутах, соответственно составляют для пристеночного слоя $U_{\text{пст}}=262,5/150=1,75$ и для продукта в наименее прогреваемой об-

ласти – $Y_{\text{пст}}=199,7/150=1,33$, что подтверждает промышленную стерильность готовой продукции.

Стерилизуемый продукт в банке, как видно из рис. 1, получает неравномерное тепловое воздействие, к тому же продукт в пристеночной области получает излишнее тепловое воздействие, в отличие от продукта в центральной зоне, что приводит к снижению пищевой ценности.

С учетом эффективности метода тепловой стерилизации с повышением начальной температуры продукта до стерилизации [6-21], нами была исследована возможность использования для увеличения начальной температуры полуфабриката электромагнитного поля сверхвысокой частоты [6].

С целью установления эффективности воздействия СВЧ-обработки на снижение степени микробиологической обсемененности, были проведены исследования плодов до и после СВЧ-воздействия (табл.3).

Таблица 3 – Влияние СВЧ-обработки на выживаемость микроорганизмов

Исследованные показателя	Результаты воздействия ЭМП СВЧ				Нормативное значение	Нормативные документы
	Исходное сырье	обработанные, сек				
		20	30	60		
КМАФАнМ, КОЕ/г	2300	700	250	Отсутствует	500	ГОСТ 10444.15-94
БГКП (колиформы), КОЕ/г	230		Отсутствует			ГОСТ Р 50474-93
Дрожжи, КОЕ/г		Отсутствует				ГОСТ 10444.12-88
<i>S. aureus</i> , КОЕ/г		Отсутствует				ГОСТ 10444.2-94

Из таблицы видно, что СВЧ-обработка приводит к снижению микробиологической обсемененности полуфабриката, что является основой для сокращения продолжительности режимов пастеризации.

Установлено также, что данный способ повышения температуры продукта перед герметизацией [12] способствует в том числе и удалению

воздуха из продукта и банки и тем самым снижает течение окислительных процессов.

Удаление воздуха из плодов и банки перед ее герметизацией обеспечивает возможность двухэтапного охлаждения, причем первый этап охлаждения до температуры теплоносителя равной $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ проходит в самом аппарате для стерилизации, в котором осуществлялся процесс термообработки, с продолжением охлаждения в другой емкости.

Графики температурных уровней и подавления микрофлоры при пастеризации яблочного компота для детского питания в банке 0,2 л по новому режиму $80 \cdot \frac{5-15-15}{90-100-60} 88 \text{ кПа} \cdot \frac{5}{40}$, показаны на рисунке 2.

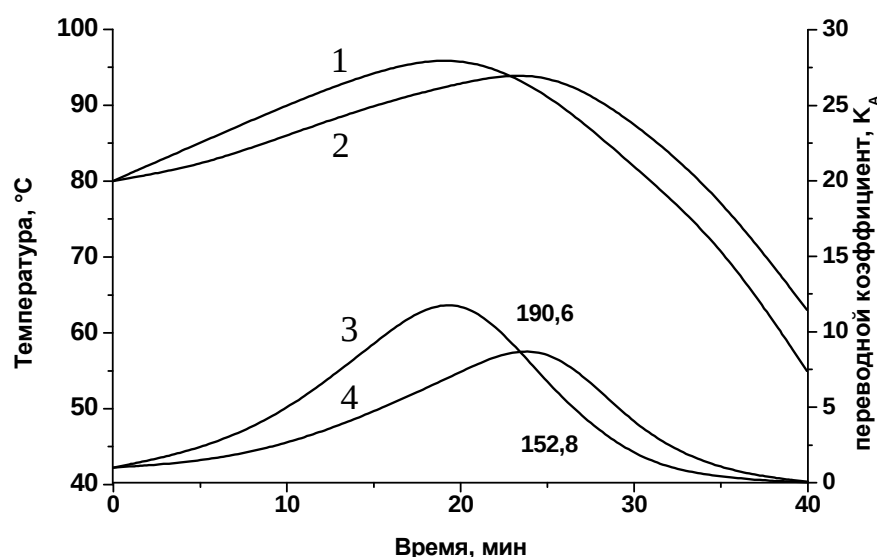


Рис. 2. Графики температурных уровней (1, 2) и подавления микрофлоры (3, 4) в пристенной (1, 3) и серединной (2, 4) областях стеклобанки вместимостью 0,2 литра при пастеризации яблочного компота для детского питания по новому режиму

Из рис. 2 следует, что по данному режиму достигается требуемая стерильность, которая подтверждается значениями стерилизующих эффектов, равных соответственно 190,6 и 152,8 условных минут, и одновременно сокращается общее время термообработки на 18 мин. Полученные значения степени промышленной стерильности говорят о том, что разработанный ре-

жим обеспечивает безопасность готовой продукции. Кроме того, новый режим более чем на 32 % быстрее традиционного стерилизационного режима.

На основании проведенных исследований разработана усовершенствованная технологическая схема производства компота яблочного для детского питания с использованием предлагаемых технических решений (рис. 3).

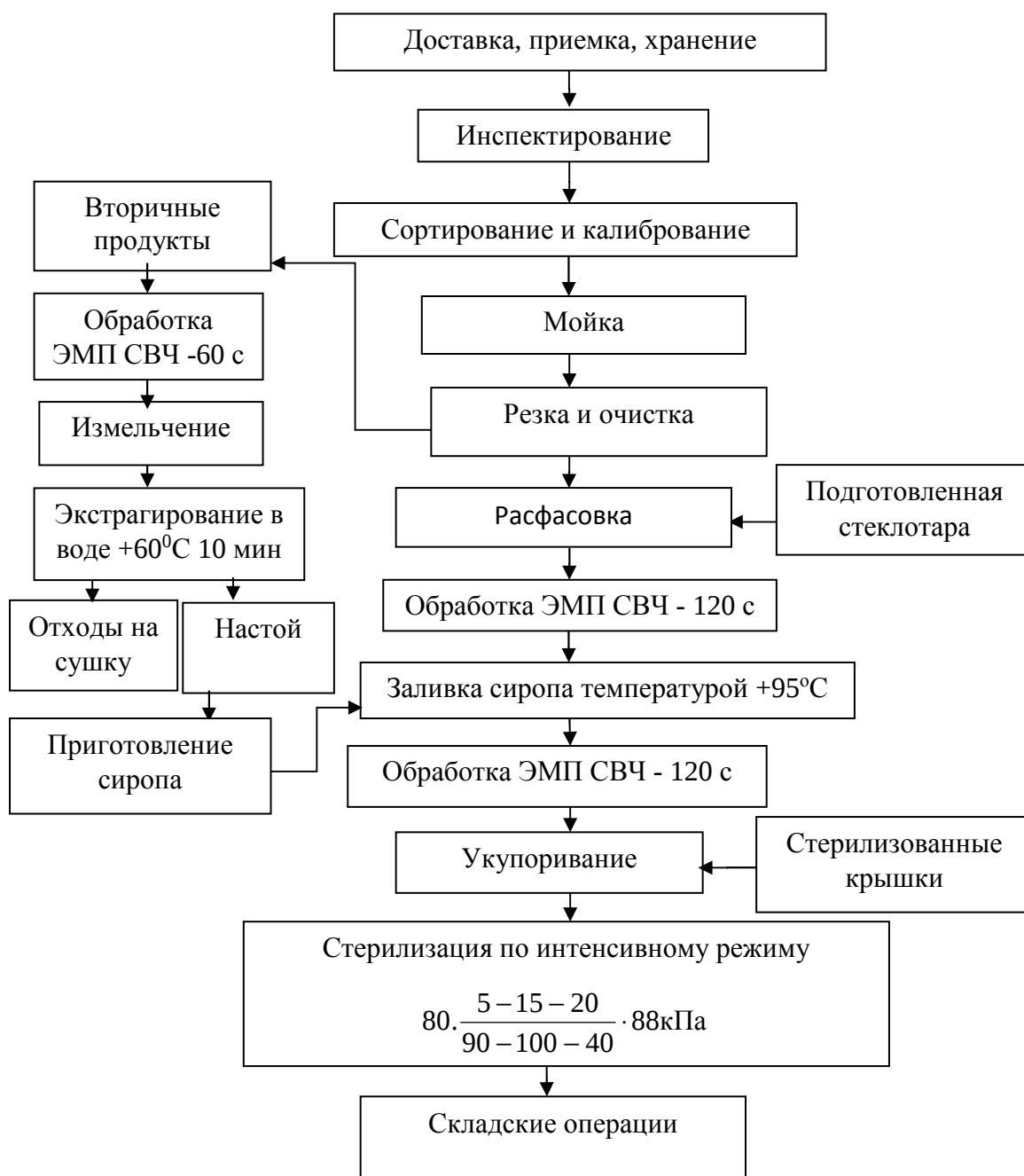


Рис. 3. Структурная схема малоотходной технология производства компота яблочного для детского питания

Предложенная технология способствует экономии более 10 кг сахара на 1 туб продукции с одновременным обеспечением высокой пищевой ценности готовой продукции. Содержание витамина С в яблочном компоте по предлагаемой технологии в 2 раза выше, чем по традиционной технологии (рис. 4).

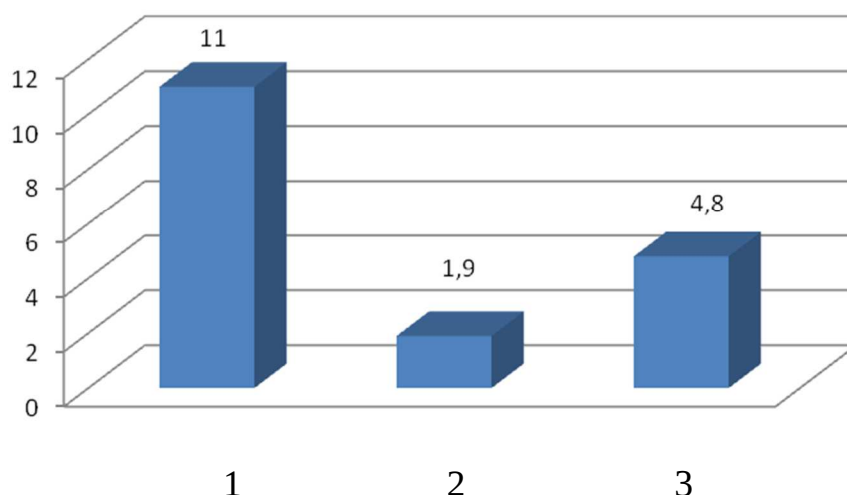


Рис. 4. Содержание витамина С (мг/100г): 1 – в исходном сырье, 2 – в компоте, приготовленном по традиционной технологии, 3 – в компоте, приготовленном по усовершенствованной

Выводы. Разработанная технология обеспечивает более полное сохранение биологически активных компонентов исходного сырья. Установлено, что использование СВЧ-бланшировки плодов, взамен традиционной бланшировки в технологических жидкостях, обеспечивает сохранность нутриентного состава исходного сырья более чем на 20 %.

Выявлено, что использование электромагнитного поля сверхвысокой частоты и новых режимов тепловой стерилизации обеспечивают выпуск высококачественной продукции.

Предложенная усовершенствованная технология обеспечивает содержание витамина С более чем в 2 раза выше, чем при использовании традиционной технологии.

Литература

1. Еделев Д.А., Кантере В.М, Матисон В.А. Вопросы обеспечения населения Российской Федерации безопасными и качественными продуктами питания // Пищевая промышленность. 2013. № 4. С. 8-12.
2. Азадова Э.Ф., Джаруллаев Д.С., Даудова Т.Н. Совершенствование способа получения яблочного пюре с использованием ЭМП СВЧ // Повышение качества и безопасности пищевых продуктов: материалы 11 Всероссийской научно-практической конференции (22-24 октября 2012 г. Махачкала). Махачкала: ДГТУ, 2012. С. 98-100.
3. Азадова Э.Ф., Гаммацаев К.Р, Демирова А.Ф., Атаева А.У. Инновационная технология производства консервированного пюре из черной смородины для детского питания // Инновационные технологии в пищевой промышленности», посвященная 75-летию профессора С.С. Шихалиева: материалы региональной научно-практической конференции. Махачкала, 2015 г. С. 20-22.
4. Сборник технологических инструкций по производству консервов. Т. 2. М.: Пищевая промышленность, 1977. 431 с.
5. Ахмедов М.Э., Демирова А.Ф. Использование ЭМП СВЧ и высокотемпературной тепловой обработки компота из винограда в стеклбанке 1-82-1000 и ее математическая модель // Проблемы развития АПК региона. 2022. № 2 (50). С. 178-182.
6. Бабарин В.П. Тепловая стерилизация плодоовощных консервов: дисс., д-ра техн. наук. М., 1994. 400 с.
7. Губиев Ю.К. Научно-практические основы технологических процессов пищевых производств в электромагнитном поле СВЧ: дисс. ... д-ра техн. наук : 05.18.12 / Губиев Юрий Казбекович. М., 1990. 480 с.
8. Вершинина О.Л., Назарько М.Д., Касьянов Г.И. Использование вторичных ресурсов переработки винограда для обогащения пищевых продуктов // Известия вузов. Пищевая технология. 2015. № 1 (343). С. 55-58.
9. Демирова А.Ф., Исмаилов Т.А., Ахмедов М.Э. Способ ступенчатой стерилизации консервов «Компот из яблок» в стеклянной таре СКО 1-82-1000 // Хранение и переработка сельхозсырья. 2011. № 1. С. 76-77.
10. Sajad M.W., Masoodi F.A., Haq E., Ahmad M., Ganai S.A. Influence of processing methods and storage on phenolic compounds and carotenoids of apricots // Journal of Food Science & Technology. 2020. № 132. 109846. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109846>.
11. Епифанова М.В. Товароведение продовольственных товаров: учебник. М.: Academia, 2018. 272 с.
12. Флауменбаум Б.Л., Танчев С.С., Гришин М.А. Основы консервирования пищевых продуктов: учебное пособие. М.: Агропромиздат, 1986. 120 с.
13. Akhmedov M.E., Demirova A., Piniaskin V., Rakhmanova R.A. New technological and technical solutions in dietary pear compote production // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 161. 01056. DOI: 10.1051/e3sconf/202016101056
14. Касьянов Г.И., Демирова А.Ф., Ахмедов М.Э. Инновационная технология стерилизации плодового и овощного сырья // Доклады Россельхозакадемии. 2014. № 6. С. 57-59.
15. Панина О.Р., Касьянов Г. И., Рохмань С.В. Разработка режимов СВЧ-стерилизации обеденных консервов // Известия вузов. Пищевая технология. 2014. № 1. С. 122-124.
16. Buchnew A.H., Clark R.W., Dunn J.E., Liloyd S.W. Process for reducing levels of microorganisms in pumpable food products using a high pulsed voltage system // US Patent No. 5514391, Int.Cl . A23L 3/00,1996.

17. Buchnew A.H., Dunn J.E., Clark R.W., Pearlman J.S. High pulsed voltage systems for extending the shelf life of pumpable food products // US Patent No. 5235905, Int.Cl . A23L 3/32,1993.

18. Rakhmanova M.M. Demirova A.F., Akhmedov M.E., Abdulkhalikov Z.A., Daudova T.N. Efficient use of microwave EMF and multilevel high temperature sterilization modes in apple puree technology for dietetic nutrition // E3S Web of Conferences. 2020. Vol. 222. 03005. DOI: 10.1051/e3sconf/202022203005

19. Rakhmanova M.M. et al. High-temperature multilevel sterilization of canned goods with heat recovery and its constructive and technological support // E3S Web of Conferences. 2021. Vol. 247. 01030. DOI: 10.1051/e3sconf/202124701030

20. Demirova A.F., Akhmedov M.E., Abdulkhalikov Z.A., Daudova T.N., Rakhmanova M.M. Modes in apple puree technology for dietetic nutrition/ // В сборнике: E3S Web of Conferences. Сер. "International Scientific and Practical Conference "Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad", DAIC 2020" 2020. С. 3005.

21. Akhmedov M.E., Rakhmanova M.M. Demirova A.F., Abdulkhalikov Z.A., Daudova T.N. Resource-saving technology of sterilization of grape compote in glass jars 1-82-1000 using multilevel high-temperature mode with heat recovery and its hardware // E3S Web of Conferences. 2021 Vol. 282. 07021. DOI:10.1051/e3sconf/202128207021

References

1. Edelev D.A., Kantere V.M., Matison V.A. Questions of maintenance of population of the Russian Federation by safe and high quality food // Food industry. 2013. № 4. P. 8-12. ([in Russian](#))

2. Azadova E.F., Dzharullaev D.S., Daudova T.N. Improving the method of obtaining apple sauce using microwave EMF // Improving the quality and safety of food products: collection of materials of the 11th All-Russian Scientific and Practical Conference, October 22-24, 2012. Makhachkala: DSTU. 2012. P. 98-100. ([in Russian](#))

3. Azadova E.F., Gammatsaev K.R., Demirova A.F., Ataeva A.U. Innovative technology of production of canned black currant puree for baby food // Regional scientific and practical conference "Innovative technologies in the food industry" dedicated to the 75th anniversary of Professor S.S. Shikhaliev. Makhachkala, 2015. P.20-22. ([in Russian](#))

4. Collection of technological instructions for the production of canned food. T 2. M.: Food industry, 1977. 431 p. ([in Russian](#))

5. Akhmedov M.E., Demirova A.F. The use of microwave EMF and high-temperature heat treatment of grape compote in a glass jar 1-82-1000 and its mathematical model // Development problems of regional agro-industrial complex. 2022. № 2 (50). P. 178-182. ([in Russian](#))

6. Babarin V.P. Thermal sterilization of canned fruits and vegetables: dis ... doctor of technical sciences / V.P. Babarin. Moscow, 1994. 400 p. ([in Russian](#))

7. Gubiev Yu. K. Scientific and practical bases of technological processes of food production in the electromagnetic field of microwave: dis ... doctor of technical sciences / Yu. K. Gubiev. Moscow, 1990. 480 p. ([in Russian](#))

8. Vershinina O.L. et al. Use of secondary resources of grapes processing for enrichment of foodstuff // Izvestiya vuzov. Food technology. 2015. № 1 (343). P. 55-58. ([in Russian](#))

9. Demirova A.F., Ismailov T.A., Akhmedov M.E. Way of step sterilisation of canned food "the clod-sweat from apples" in glass container SKO 1-82-1000 // Storage and processing of farm products. 2011. № 1. P. 76-77. ([in Russian](#))

10. Sajad M.W., Masoodi F.A., Haq E., Ahmad M., Ganai S.A. Influence of processing methods and storage on phenolic compounds and carotenoids of apricots // *Journal of Food Science & Technology*. 2020. № 132. 109846. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.10984>.
11. Epifanova M.V. *Commodity science of food products: Textbook*. Moscow: Academia, 2018. 272 p. (in Russian)
12. Flaumenbaum B.L., Tanchev S.S., Grishin M.A. *Fundamentals of food preservation: a textbook*. Moscow: Agropromizdat, 1986. 120 p. (in Russian)
13. Akhmedov M.E., Demirova A., Piniaskin V., Rakhmanova R.A. New technological and technical solutions in dietary pear compote production // *E3S Web of Conferences*. 2020. Vol. 161. 01056. DOI: 10.1051/e3sconf/202016101056
14. Kasyanov G.I., Demirova A.F., Akhmedov M.E. Innovative technology for sterilization of fruit and vegetable raw stuff // *Reports of the Russian Agricultural Academy*. 2014. № 6. P. 57-59. (in Russian)
15. Panina O.R., Kasyanov G. I., Rokhman S.V. Development of modes of microwave sterilization of canned lunch // *Izvestiya vuzov. Food technology*. 2014. № 1. P. 122-124. (in Russian)
16. Buchnew A.H., Clark R.W., Dunn J.E., Lioyd S.W. Process for reducing levels of microorganisms in pumpable food products using a high pulsed voltage system // *US Patent No. 5514391, Int.Cl . A23L 3/00*, 1996.
17. Buchnew A.H., Dunn J.E., Clark R.W., Pearlman J.S. High pulsed voltage systems for extending the shelf life of pumpable food products // *US Patent No. 5235905, Int.Cl . A23L 3/32*, 1993.
18. Rakhmanova M.M. Demirova A.F., Akhmedov M.E., Abdulkhalikov Z.A., Daudova T.N. Efficient use of microwave EMF and multilevel high temperature sterilization modes in apple puree technology for dietetic nutrition // *E3S Web of Conferences*. 2020. Vol. 222. 03005. DOI: 10.1051/e3sconf/202022203005
19. Rakhmanova M.M. et al. High-temperature multilevel sterilization of canned goods with heat recovery and its constructive and technological support // *E3S Web of Conferences*. 2021. Vol. 247. 01030. DOI: 10.1051/e3sconf/202124701030
20. Demirova A.F., Akhmedov M.E., Abdulkhalikov Z.A., Daudova T.N., Rakhmanova M.M. Modes in apple puree technology for dietetic nutrition/ // В сборнике: *E3S Web of Conferences*. Сер. "International Scientific and Practical Conference "Development of the Agro-Industrial Complex in the Context of Robotization and Digitalization of Production in Russia and Abroad", DAIC 2020" 2020. С. 3005.
21. Akhmedov M.E., Rakhmanova M.M. Demirova A.F., Abdulkhalikov Z.A., Daudova T.N. Resource-saving technology of sterilization of grape compote in glass jars 1-82-1000 using multilevel high-temperature mode with heat recovery and its hardware // *E3S Web of Conferences*. 2021 Vol. 282. 07021. DOI: 10.1051/e3sconf/202128207021